



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 7月27日

出願番号

Application Number:

特願2001-227386

[ST.10/C]:

[JP2001-227386]

出願人

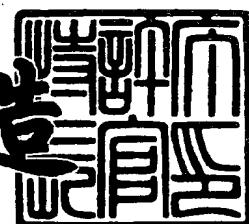
Applicant(s):

日亞化学工業株式会社

2002年 2月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3011373

【書類名】 特許願

【整理番号】 177441

【提出日】 平成13年 7月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業  
株式会社内

【氏名】 本淨 宏司

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業  
株式会社内

【氏名】 丸谷 幸利

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業  
株式会社内

【氏名】 明石 和之

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業  
株式会社内

【氏名】 原田 享

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業  
株式会社内

【氏名】 北野 彰

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡491番地100

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074354

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊栖 康弘

【代理人】

【識別番号】 100091465

【弁理士】

【氏名又は名称】 石井 久夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010526

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9816267

【包括委任状番号】 9714020

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 集光点発光型発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層がその活性層よりバンドギャップの大きいn型半導体層とp型半導体層との間に設けられてなるダブルヘテロ構造の半導体積層構造を有し、上記p型半導体層表面の一部分の発光点から光を出射する面発光型発光素子において、

上記発光点の直下に位置する半導体積層構造の内部に、光を上方に反射又は屈折させる錐体面を有しつつ、

上記半導体積層構造は上記錐体面を中心として複数の発光領域に分離され、その各発光領域において該発光領域で発光した光を上記錐体面に向かって導波させるように該発光領域より幅の狭いリッジが上記p型半導体層に形成されたことを特徴とする集光点発光型発光素子。

【請求項2】 上記複数の発光領域は、上記発光点とその近傍を除く上記半導体積層構造において、隣接する発光領域の間が上記n型半導体層の途中までエッティングされることにより互いに分離され、そのエッティングにより露出されたn型半導体層上にそれぞれn電極が形成された請求項1記載の集光点発光型発光素子。

【請求項3】 上記錐体面は、上記積層構造に形成された光の出射方向に頂点を有する錐体空洞により構成されている請求項1又は2記載の集光点発光型発光素子。

【請求項4】 上記錐体面は、上記積層構造において少なくともn型半導体層に達するように形成された光の出射方向に向かって広がった錐形状の凹部に上記活性層より屈折率の高い透光性部材が充填されることにより構成されている請求項1又は2記載の集光点発光型発光素子。

【請求項5】 上記錐体面は円錐面である請求項1～4のうちのいずれか1つに記載の集光点発光型発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は発光した光を集光して面上の一部分から出力する集光点発光型発光素子、特に微小光源として用いることができる集光点発光型発光素子に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

本出願人は、発光出力の高い青色及び緑色の窒化物半導体発光ダイオードを例えれば大型ディスプレイ用の光源として実用化している。

また、近年では、例えば、光ファイバ通信用の光源、電子写真用の光源あるいはバーチャルリアリティー用の光源等のように微小光源が必要な用途に対する要求が増加していることから、窒化物半導体発光素子においても発光点が微小領域に制限された特有の素子構造が種々提案されている。

## 【0003】

現在、実用可能な微小光源発光素子として、端面発光型の発光素子が挙げられる。この端面発光型発光素子は、基本構造として半導体レーザと同様、発光層をワイドバンドギャップのp型及びn型半導体層で挟んだダブルヘテロ構造が用いられ、例えば、窒化物半導体を端面発光型発光ダイオードでは、AlGaN/GaN/InGaN分離閉じ込め型ヘテロ構造（SCH）が用いられている。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、端面発光型発光ダイオードは、スポットサイズの小さい素子は得られるものの、発光層の端面だけではなく、発光層より基板側に積層されたn型半導体層の端面からも光が放出されるため、多モードの発光となり、ニアフィールドパターンの良好な单一スポットが得られにくいという問題点があった。

このため、従来の端面発光型発光ダイオードでは、微小光源として求められる要求を十分満足させることができなかった。

また、出射端面から離れた位置で発光する光を効率良く取り出すことが困難であり、発光効率を高くすることが困難であった。

## 【0005】

そこで、本発明はニアフィールドパターンが良好な单一スポット光が得られ、

発光効率の高い集光点発光型発光素子を提供することを目的とする。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するために、本発明に係る集光点発光型発光素子は、活性層がその活性層よりバンドギャップの大きいn型半導体層とp型半導体層との間に設けられてなるダブルヘテロ構造の半導体積層構造を有し、上記p型半導体層表面の一部分の発光点から光を出射する面発光型発光素子において、

上記発光点の直下に位置する半導体積層構造の内部に、光を上方に反射又は屈折させる錐体面を有しかつ、

上記半導体積層構造は上記錐体面を中心として複数の発光領域に分離され、その各発光領域において該発光領域で発光した光を上記錐体面に向かって導波させるように該発光領域より幅の狭いリッジが上記p型半導体層に形成されたことを特徴とする。

## 【0007】

以上のように構成された本発明に係る集光点発光型発光素子は、上記各発光領域に導波路が形成されているので、各発光領域で発光された光は導波路により発光点の方向に導波され、錐体面により反射又は屈折されて狭い領域から出力することができ、点光源として利用できる。

また、本発明に係る集光点発光型発光素子では、上記各発光領域で発生された光が集光されて出力されるので、輝度の高い発光が可能になる。

さらに、本発明に係る集光点発光型発光素子では、光を狭い領域に集光して出力できるので、ニアフィールドパターンが良好な单一モードのスポット光を実現できる。

## 【0008】

また、本発明に係る集光点発光型発光素子において、上記複数の発光領域は、上記発光点とその近傍を除く上記半導体積層構造において、隣接する発光領域の間を上記n型半導体層の途中までエッチングされることにより互いに分離し、そのエッチングにより露出されたn型半導体層上にそれぞれn電極を形成するようにして構成することができる。

## 【0009】

また、本発明に係る集光点発光型発光素子において、上記錐体面は、上記積層構造に形成された光の出射方向に頂点を有する錐体空洞により構成することができる。

## 【0010】

さらに、本発明に係る集光点発光型発光素子において、上記錐体面はまた、上記積層構造において少なくともn型半導体層に達するように形成された光の出射方向に向かって広がった錐形状の凹部に上記活性層より屈折率の高い透光性部材を充填することにより構成することができる。

## 【0011】

また、本発明に係る集光点発光型発光素子において、上記錐体面は円錐面であることが好ましく、これにより、真円に近いスポット光が得られる。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る実施の形態の集光点発光型発光素子について説明する。

本実施の形態の集光点発光型発光素子は、図1に示すように、それぞれ発光点50を中心として放射状に形成された複数の発光領域100を備え、各発光領域100で発光した光はそれぞれ各発光領域100に形成された導波路を介して上記放射状の中心近傍まで導波されて発光点50から出射される。

## 【0013】

本実施の形態の集光点発光型発光素子において、各発光領域100は、基板1上にバッファ層2、n型コンタクト層3、n型クラッド層4、活性層5、p型クラッド層6、p型コンタクト層7が順次積層されてなる半導体積層構造を、発光点50を中心として放射状にn型コンタクト層3が露出するまでエッチングをすることにより形成される（図1～図3）。

これにより、それぞれ基板1上に形成されたバッファ層2、n型コンタクト層3、n型クラッド層4、活性層5、p型クラッド層6、p型コンタクト層7が順次積層されてなる半導体積層構造と発光点50に向かう長手方向を有する複数の

発光領域100が放射状に形成され、隣接する発光領域100の間にn型コンタクト層3が露出される（図1、図3）。

ここで、本実施の形態において、活性層5は例えばInGaNからなり、n型クラッド層4及びp型クラッド層6は活性層5よりバンドギャップの大きい例えばAlGaNからなり、各発光領域100はダブルヘテロ構造を有する。

#### 【0014】

また、本実施の形態の集光点発光型発光素子の各発光領域100では、p型半導体層（p型クラッド層6とp型コンタクト層7）において、所定の幅に中央部が残るようにその両側をp型クラッド層6の途中までエッチングして除去することによりリッジ30が形成され、絶縁膜8の開口部を介してそのリッジ30の上面（リッジ30におけるp型コンタクト層7の表面）のみにオーム接觸するp電極11が形成される（図1、図3）。

これにより、リッジ30の直下に位置する活性層の実効屈折率がその両側の活性層より高くなっているリッジ30の直下に発光した光が閉じ込められて、リッジ30に沿って光が導波される。

このリッジの幅は光を効果的に導波させるために好ましくは、1μm～5μmより好ましくは1.5μm～3μmの範囲に設定する。

尚、厚み方向の光の閉じ込めは、活性層5が屈折率の小さいn型クラッド層4及びp型クラッド層6に挟まれることにより実現される。

#### 【0015】

本実施の形態において、n電極12は隣接する発光領域100の間に露出されたn型コンタクト層3上にそれぞれ形成される（図1、図3）。

また、本実施の形態において、発光点50の直下の半導体積層構造内部には、図2に示すように、出射方向に頂点を有する円錐形状の空洞52が形成され、各発光領域100で発光して導波された光はその空洞52の錐体面53により上方に反射されてp電極11の開口部（発光点50）を介して出力される。

#### 【0016】

次に、本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法について、具体的な材料を例示しながら説明する。

## (マスク51形成工程)

本製造方法ではまず、図4に示すように、基板1上に空洞52を形成するためのマスク51を形成する。

ここで、本実施の形態では、基板1として、C面、R面又はA面を正面とするサファイア、スピネル( $MgAl_2O_4$ )等の絶縁基板、SiC(6H, 4H, 3Cを含む)、Si、Zn、GaAs、GaN等の半導体基板を用いることができるが、窒化物半導体を用いる場合には、窒化物半導体を結晶性良く成長させることができるサファイア基板又はGaN基板を用いることが好ましい。

また、基板1としては、上に積層される半導体層に比較して0.2以上屈折率が小さいことが好ましい。

また、マスク51は、後の半導体層を成長させる時に1000°C又はそれ以上の高温に曝されることから、そのような高温において分解されることはなく、かつマスク51上には半導体層が成長しない材料を用いて形成する必要があり、例えば、 $SiO_2$ 、 $SiN$ 、W等を用いることができる。

## 【0017】

また、マスク51は円形(円柱形状)に形成されることが好ましく、これにより、半導体積層構造中に円錐形状の空洞52を形成することができ、真円に近いスポット光を形成できる。

また、マスク51の径は、必要な(要求される)スポット径に対応して決定されるが、良好な单一モードの光を得るために、マスク径は好ましくは $0.5\mu m$ ~ $20\mu m$ の範囲、より好ましくは $1\mu m$ ~ $10\mu m$ の範囲に設定する。

## 【0018】

## (半導体層成長工程)

次に、マスクが形成された基板1上に、

例えば、GaNからなる厚さ200Åのバッファ層2、

例えば、Siが $4.5 \times 10^{18}/cm^3$ ドープされたn型GaNからなる厚さ $4\mu m$ のn型コンタクト層3a、

例えば、Siが $1 \times 10^{18}/cm^3$ ドープされたAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nからなる厚さ $1\mu m$ のn型クラッド層4a、

例えば、 $In_{0.37}Ga_{0.63}N$ からなる厚さ $0.09\mu m$ の活性層5a

例えば、 $Mg$ が $2 \times 10^{18}/cm^3$ ドープされた $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ からなる厚さ $0.5\mu m$ のp型クラッド層6a、

例えば、 $Mg$ が $1 \times 10^{18}/cm^3$ ドープされたp型GaNからなる厚さ $150\text{\AA}$ のp型コンタクト層7aを順次成長させる(図4)。

以上の工程により、図4に示すように、マスク51上に円錐形状の空洞52を有する半導体積層構造が形成される。

#### 【0019】

##### (発光領域形成エッチング)

次に、半導体積層構造上に、マスク51の中心軸上に頂点を有する複数の扇形のエッチングマスクを放射状に形成して、エッチングマスクが形成されていない部分をn型コンタクト層3が露出するまでエッチングすることにより、複数(本実施の形態では48個)の扇形の発光領域100を形成する(図5)。ここで、発光領域100の扇形の半径と頂点の角度は互いに同一に設定され、頂点近傍では分離されずに一体化されている。

#### 【0020】

##### (リッジ形成)

次に、各発光領域100の上面にそれぞれリッジを形成するためのエッチングマスクを一定の幅(例えば、 $2\mu m$ 幅)に形成して、各発光領域においてそのエッチングマスクの両側をp型クラッド層6の途中までエッチングにより除去することにより、各発光領域100においてリッジ30を形成する(図6)。

##### (p電極形成)

次に、各発光領域100においてリッジの上面のみを露出させて他の部分を覆う絶縁層8を形成して、図7に示すように、その上から露出されたリッジの上面のみとオーミック接触するようにp電極11を形成する。

ここで、p電極11は、p型GaN層と良好なオーミック接触が可能な例えば、Ni( $100\text{\AA}$ )/Au( $1500\text{\AA}$ )を用いて形成される。

## (n電極形成)

次に、隣接する発光領域の間に露出されたn型コンタクト層3の上にn電極12を形成する(図7)。

ここで、n電極12は、n型GaN層と良好なオーム接觸が可能な例えは、Ti(100Å) / Al(5000Å)を用いて形成される。

尚、n電極12は、各発光領域の外周端(外側の円弧)から所定の間隔を隔てた外側(発光点を中心とし扇型の発光領域の半径より若干大きい半径の円の外側)のn型コンタクト層の上においては全面に形成され(全面電極部)、発光領域間に形成された複数のn電極12は互いにその全面電極部で電気的に導通される。

また、全面電極部分は、外部回路との接続に用いられる。

## 【0021】

## (絶縁層13形成)

次に、p電極11の上面を除いた発光領域及び発光領域の間と外側に露出されたn型コンタクト層3を全て覆う絶縁層13を、各発光領域の間を埋めるように形成する(図3、図8)。

尚、絶縁層13は、n電極12の全面電極部分の内周及び外周の一部を覆うように形成する。すなわち、絶縁層13はn電極12の全面電極部分の主要な部分を露出させるように形成され、全面電極部分の露出した領域は外部回路との接続用に用いられる。

## 【0022】

## (pパッド電極形成)

次に、図9に示すように、露出したp電極11を接続するための円形(発光点を中心とし扇形の発光領域半径にほぼ等しい円)の部分21aとその円形の部分21aにネック部21cを介して接続されたパッド部21bとからなるpパッド電極21を形成する。

## (nパッド電極形成)

次に、n電極12に電気的に接続するボンディング用のnパッド電極22を露出したn電極12上に形成する。

以上のようにして、図10に示す電極配置を有する本実施の形態の集光点発光型発光素子が製造される。

## 【0023】

以上のように構成された実施の形態の集光点発光型発光素子は、各発光領域に導波路が形成されているので、各発光領域100で発光された光は導波路により発光点の方向に導波され、空洞52の円錐面により反射されてP電極に形成された開口部である発光点50から出力される。

これにより、各発光領域100で発生された光が発光点50に集められて出力されるので、輝度の高い発光が可能になる。

また、本実施の形態の集光点発光型発光素子では、円錐形状の空洞52により円錐形状の反射面が構成されているので、真円に近いスポット光が得られる。

また、本実施の形態の集光点発光型発光素子では、円形マスク51の径により極めて小さい円錐形状の空洞52を容易に形成することができ、良好な单一モードのスポット光を実現できる。

本実施の形態の集光点発光型発光素子は、窒化ガリウム系化合物半導体素子を用いて半導体積層構造を構成しているので、黄色、青色、紫色及び紫外光等の比較的波長の短い領域のスポット光を発光することができる。

## 【0024】

## 変形例

以上の実施の形態では、円錐形状の空洞52により円錐形状の反射面を形成したが、本発明はこれに限られるものではなく、以下のようにして円錐形状の屈折面を形成して、集光した光を発光点から出力するようにしてもよい。

すなわち、本発明では、図11に示すように、発光点直下の半導体積層構造において、少なくともn型半導体層に達するように光の出射方向に向かって広がった錐形状の凹部を形成し、その凹部に活性層より屈折率の高い透光性部材52aを充填する。

このようにすると、各発光領域において発光して発光点に向かって導波された光が、凹部の円錐面において半導体層（主に活性層）と屈折率の高い透光性部材52aとの間の屈折率差によって屈折して、透光性部材52aの中を上方に進行

する。

これにより発光点50を介して上方に出力される。

以上のように構成しても実施の形態と同様の作用効果が得られる。

【0025】

また、以上の実施の形態では、各発光領域を発光点を中心として放射状に導波路が直線になるように形成したが、本発明はこれに限られるものではなく、図12に示すように、曲率を持った発光領域101を形成するようにして構成してもよい。

以上のように構成しても実施の形態と同様な作用効果が得られ、かつ発光領域の長さを長くできる。

【0026】

以上実施の形態の集光点発光型発光素子において、各発光領域はそれぞれ窒化ガリウム系化合物半導体層からなるn型コンタクト層3a、n型クラッド層4a、活性層5a、p型クラッド層6a、p型コンタクト層7aが順次成長されたダブルヘテロ構造としたが、本発明はこれに限られるものではなく、少なくとも活性層が該活性層より屈折率の高い（バンドギャップの小さい層）により挟まれた光を厚さ方向に閉じ込めることができる構造であればよい。

また、n型クラッド層4aと活性層5aの間及び活性層とp型クラッド層6aの間にそれぞれ、n型、p型光ガイド層が形成されていてもよい。

【0027】

また、本実施の形態では、発光領域を扇形に形成したが本発明はこれに限られるものではない。

さらに、以上の実施の形態では、窒化ガリウム系化合物を用いて構成したが、本発明はこれに限られるものではなく、GaAsやInGaP等の他の半導体を用いて構成することもできる。

またさらに、以上の実施の形態では、錐体面を円錐形状に形成したが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、各発光領域の導波路を導波された光が上方（面の垂直方向）に屈折又は反射されるように面の垂直方向に対して傾斜した面をからなる多角錐体面であってもよい。

【0028】

## 【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明に係る集光点発光型発光素子は、ダブルヘテロ構造の半導体積層構造において、発光点の直下に位置に光を上方に反射又は屈折させる錐体面を形成し、上記錐体面を中心として上記半導体積層構造を複数の発光領域に分離しあつその各発光領域において上記リッジを形成することにより導波路を形成している。

これにより、本発明に係る集光点発光型発光素子は、各発光領域で発光された光は導波路により発光点の方向に導波され、錐体面により反射又は屈折されて狭い領域から出力することができ、上記発光領域で発生された光が集光されて出力されるので、輝度の高い発光が可能になりかつニアフィールドパターンが良好な単一モードのスポット光を実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施の形態の集光点発光型発光素子の部分平面図である。

【図2】 図1のA-A'線についての断面図である。

【図3】 図1のB-B'線についての断面図である。

【図4】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法において、半導体積層構造を成長させた後の断面図である。

【図5】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法において、半導体積層構造に発光領域を形成した後の平面図である。

【図6】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法において、各発光領域にリッジを形成した後の平面図である。

【図7】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法において、各発光領域にp電極を形成し、発光領域の間にn電極を形成した後の平面図である。

【図8】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法において、発光領域を埋めるように絶縁層13を形成した後の平面図である。

【図9】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の製造方法において、全ての発光領域のp電極を接続するpパッド電極を形成した後の平面図である。

【図10】 本実施の形態の集光点発光型発光素子の電極配置を示す平面図である。

【図11】 本発明に係る変形例の屈折錐体面の構成を示す断面図である。

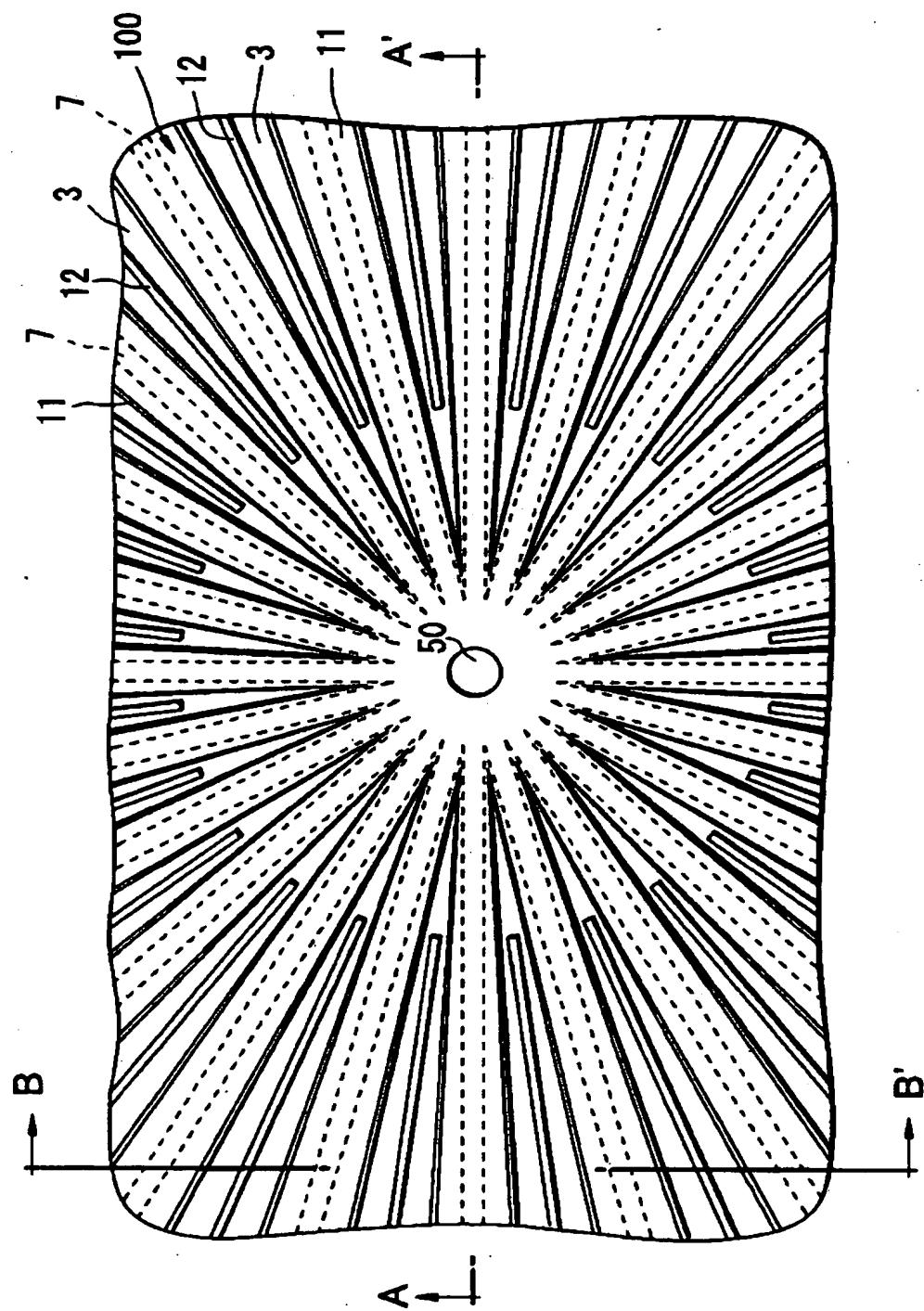
【図12】 本発明に係る変形例の発光領域を示す平面図である。

【符号の説明】

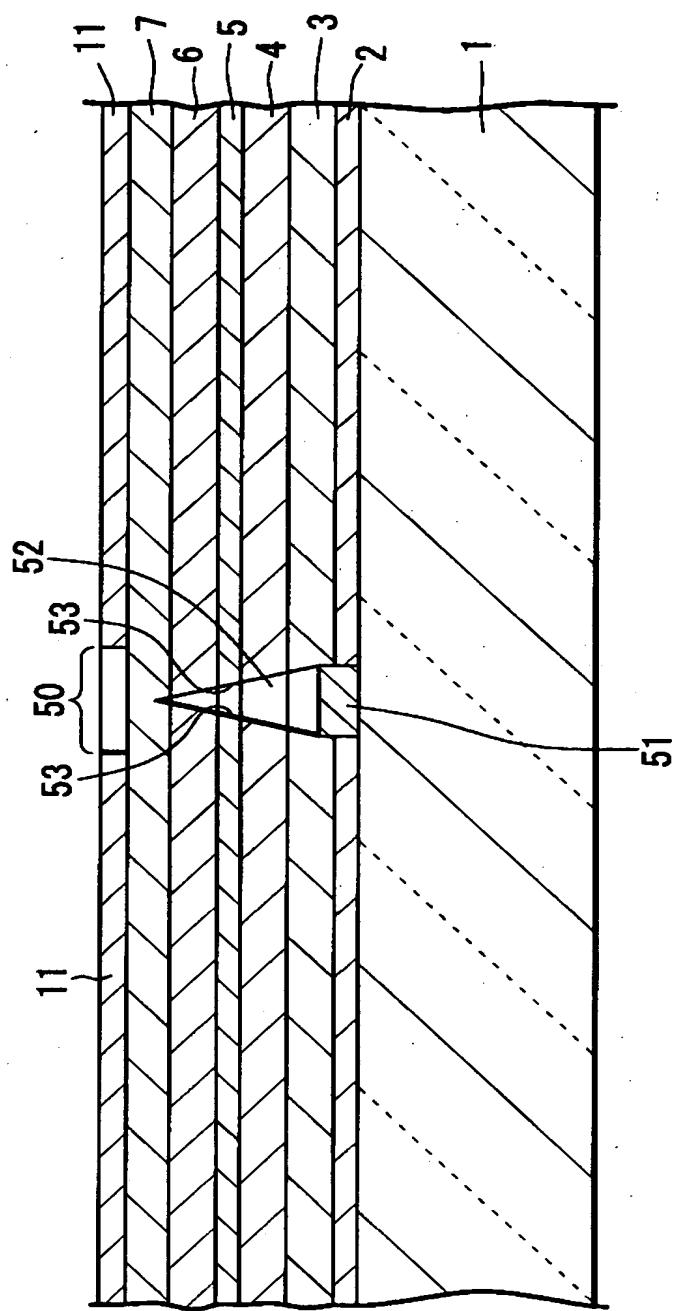
- 1 … 基板、
- 2 … バッファ層、
- 3 … n型コンタクト、
- 4 … n型クラッド、
- 5 … 活性層、
- 6 … p型クラッド層、
- 7 … p型コンタクト層、
- 8, 13 … 絶縁膜、
- 11 … p電極、
- 12 … n電極、
- 21 … pパッド電極、
- 22 … nパッド電極、
- 30 … リッジ、
- 50 … 発光点、
- 51 … マスク、
- 52 … 円錐形状の空洞、
- 52a … 透光性部材、
- 53 … 錐体面、
- 100, 101 … 発光領域。

【書類名】 図面

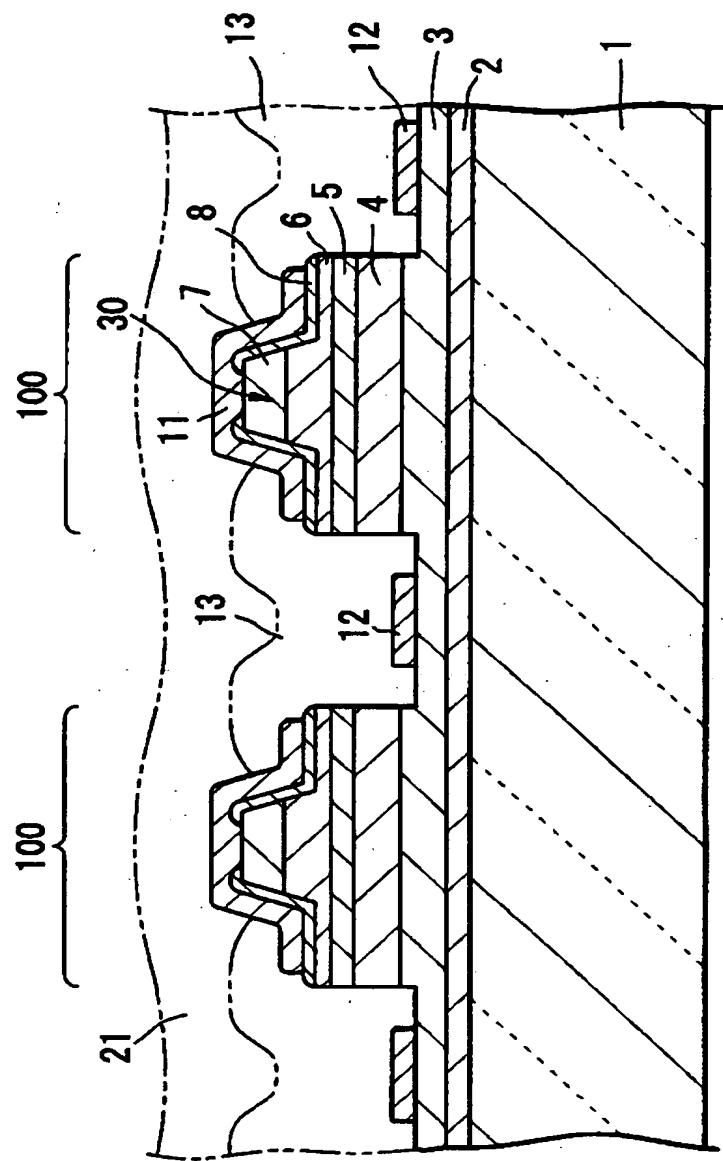
【図1】



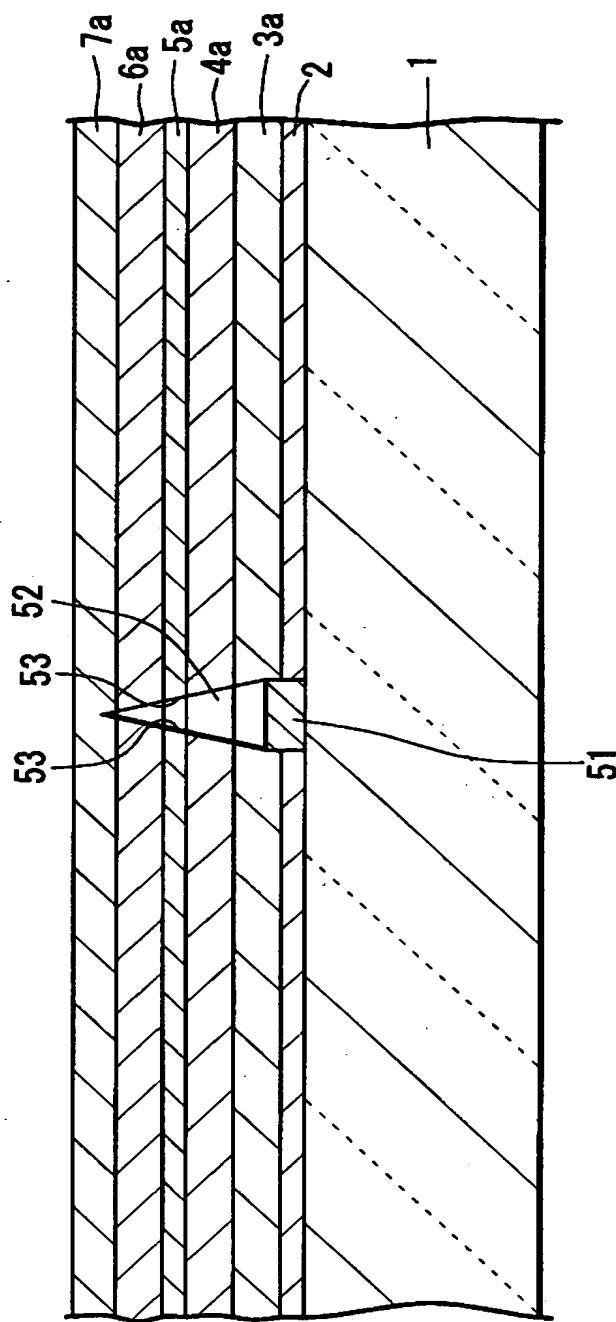
【図2】



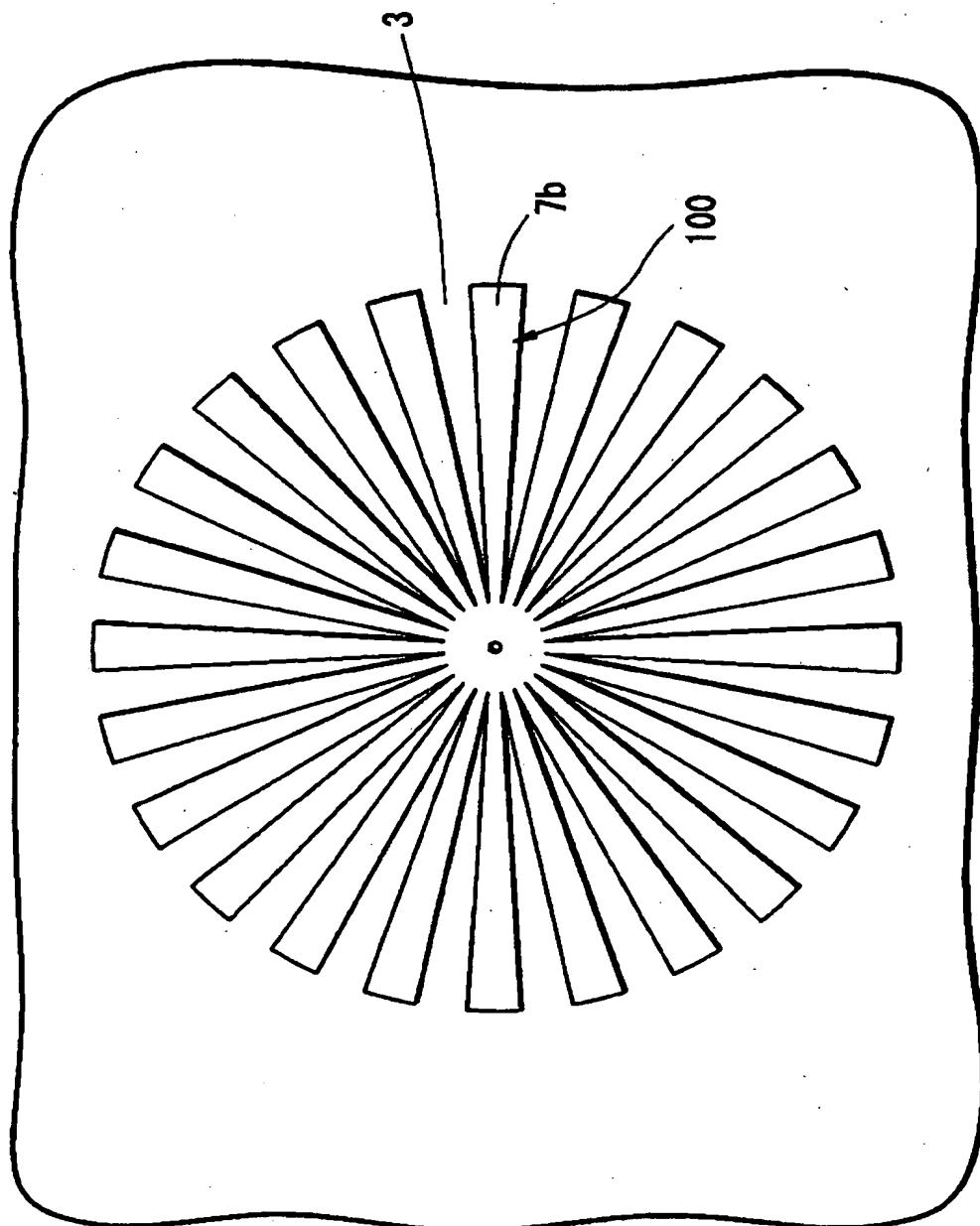
【図3】



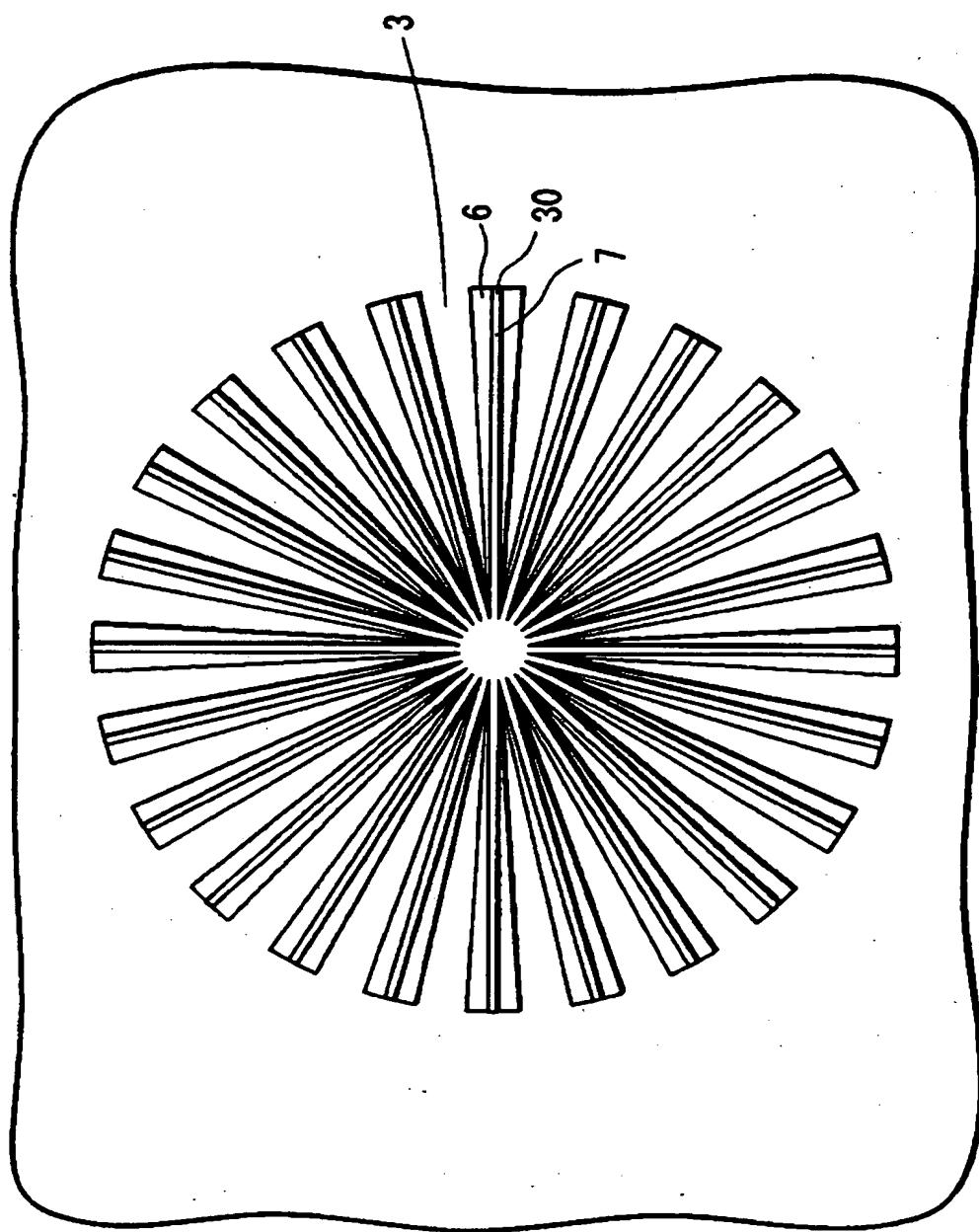
【図4】



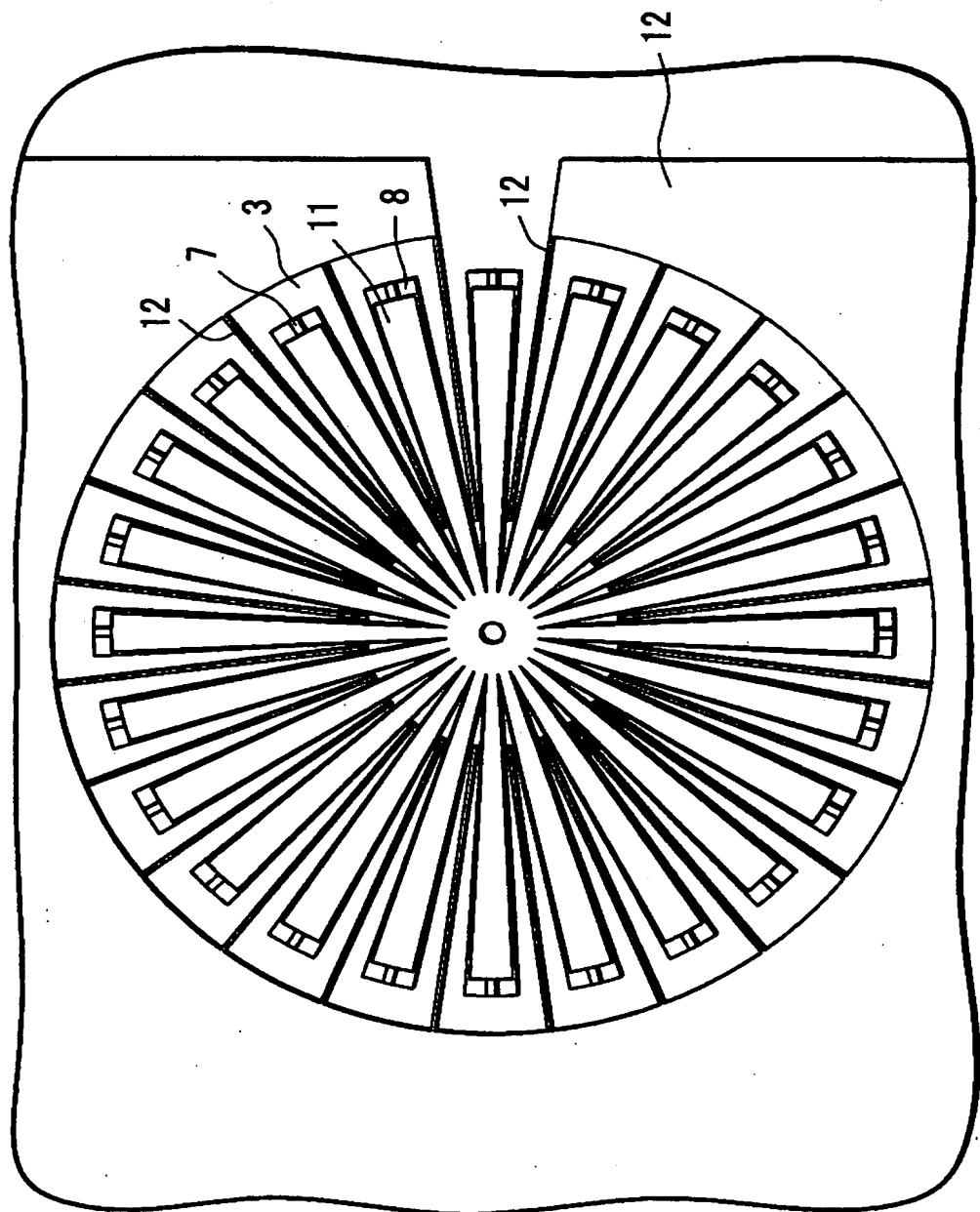
【図5】



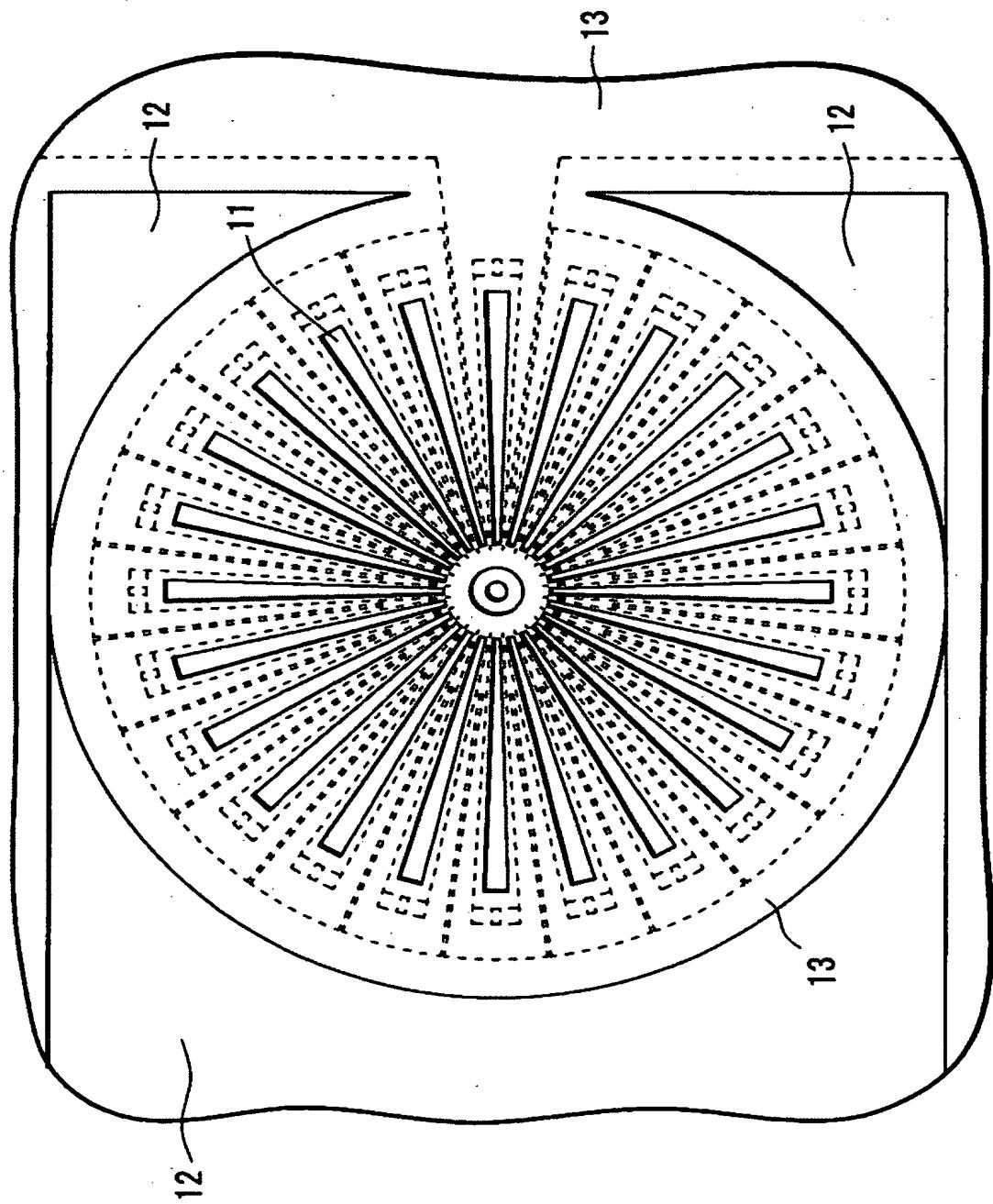
【図6】



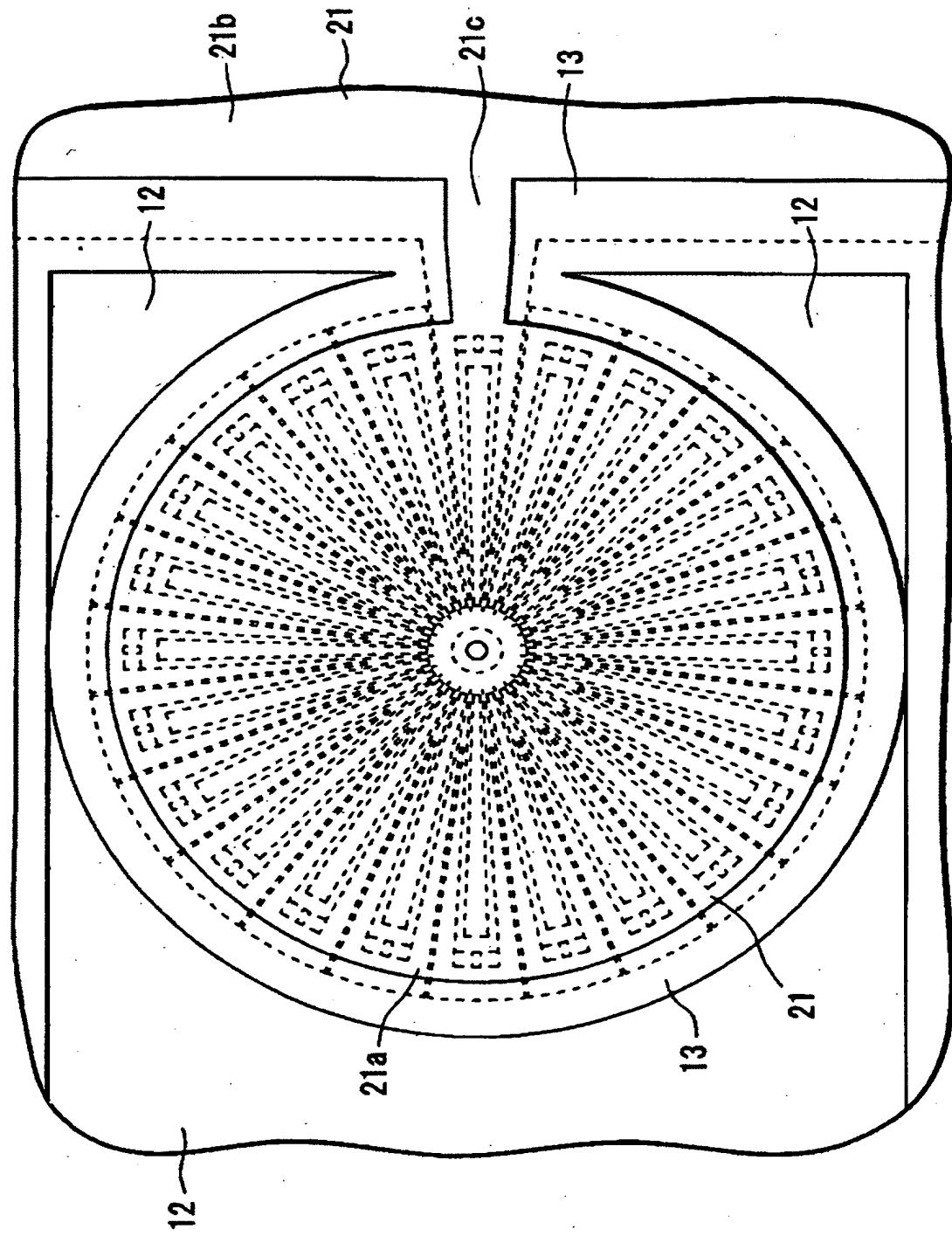
【図7】



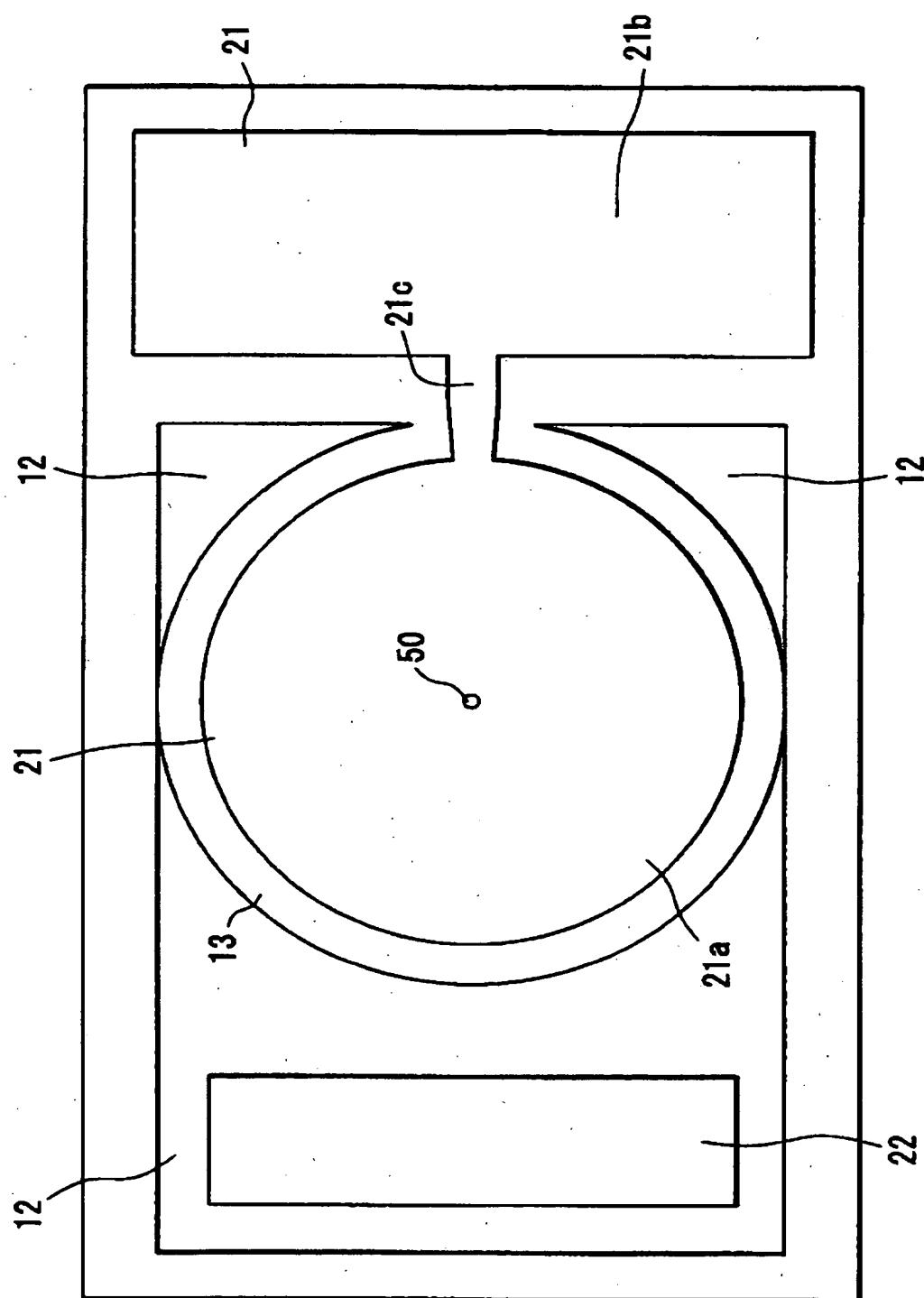
【図8】



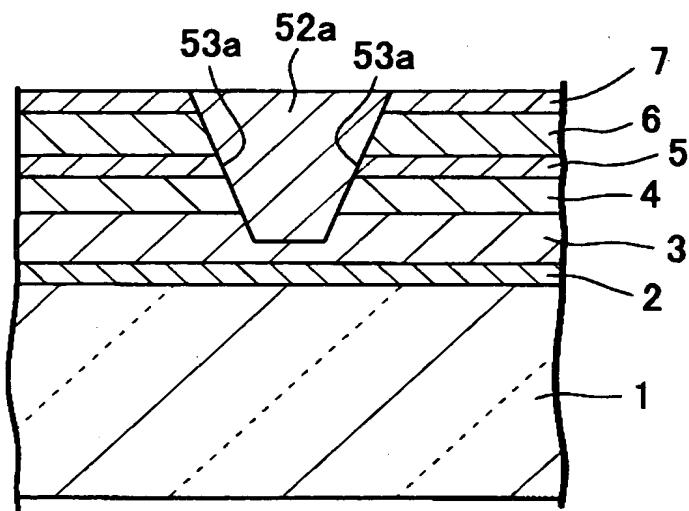
【図9】



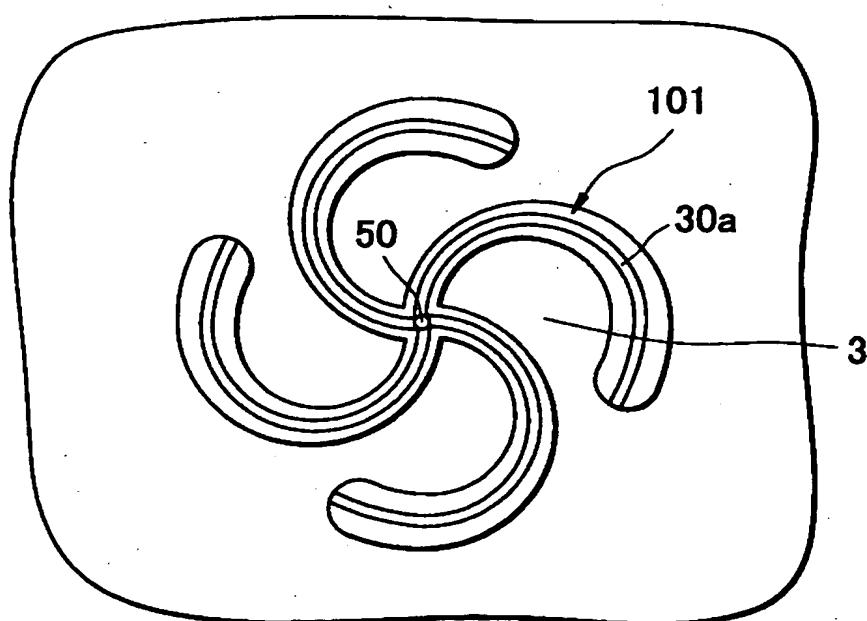
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ニアフィールドパターンが良好な単一スポット光が得られ、発光効率の高い集光点発光型発光素子を提供する。

【解決手段】 活性層がその活性層よりバンドギャップの大きいn型半導体層とp型半導体層との間に設けられてなるダブルヘテロ構造の半導体積層構造を有し、p型半導体層表面の一部分の発光点から光を出射する面発光型発光素子において、発光点の直下に位置する半導体積層構造の内部に、光を上方に反射又は屈折させる錐体面を有し、半導体積層構造は錐体面を中心として複数の発光領域に分離され、その各発光領域において発光領域で発光した光を錐体面に向かって導波させるように発光領域より幅の狭いリッジがp型半導体層に形成した。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-227386
受付番号	50101105194
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年 8月 2日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000226057
【住所又は居所】	徳島県阿南市上中町岡491番地100
【氏名又は名称】	日亞化学工業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】	100074354
【住所又は居所】	徳島県徳島市金沢1丁目5番9号
【氏名又は名称】	豊栖 康弘
【代理人】	申請人
【識別番号】	100091465
【住所又は居所】	大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMP ビル 青山特許事務所
【氏名又は名称】	石井 久夫

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000226057]

1. 変更年月日 1990年 8月18日

[変更理由] 新規登録

住 所 徳島県阿南市上中町岡491番地100

氏 名 日亜化学工業株式会社